

ANALISA HASIL PENGELASAN GESEK PADA SAMBUNGAN SAMA JENIS BAJA ST 60, SAMA JENIS AISI 201, DAN BEDA JENIS BAJA ST 60 DENGAN AISI 201

*Hermawan Widi Laksono¹, Sugiyanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: widilaksono@rocketmail.com

ABSTRACT

Direct friction welding is a welding material that is able to connect without the use of filler and have a good quality connection strength. This study was conducted to determine the friction welding process and the rotation to determine the quality of the connection with tensile testing, micro hardness and microstructure. The process is to do the similar of friction welding of steel ST 60 with 2.757 MPa friction pressure, upset pressure of 4.136 MPa with friction time 10 seconds and 3350 rpm rotational speed, friction welding similar AISI 201 with 3.447 MPa friction pressure, upset pressure of 4.136 MPa with friction time 10 seconds, rotational speed of 3350 rpm, and the dissimilar of friction welding steel ST 60 and AISI 201 with a friction pressure of 3.447 MPa, upset pressure 4.136 MPa, friction time 10 seconds, and rotational speed of 3350 rpm. The results showed that when friction and compression force effect on the tensile strenght of friction welded joint. Highest tensile strenght at the similar steel ST 60 671 MPa, the similar friction welding of AISI 201 915 MPa and dissimilar of friction welding steel ST 60 with AISI 201 598 MPa. Micro hardness Vickers values in the weld area at the highest similar steel ST 60 243.8 HVN, the highest similar of weld area AISI 201 220.6 HVN, and on dissimilar of steel weld area ST 60 with AISI 201 593.4 HVN. While the grain boundary microstructure visible from the outside of the meeting to the center of the weld.

Keywords: steel ST 60, AISI 201, tensile strenght, micro hardness Vickers, microstructure

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan peralatan manusia sangat meningkat, sehingga dibutuhkan mutu sambungan yang lebih baik. Salah satu proses dalam pembuatan komponen mekanik tersebut adalah proses pengelasan. Pengelasan merupakan penggabungan logam atau non logam dengan memanaskan bahan hingga temperatur leleh dengan atau tanpa tekanan, atau dengan tekanan sendiri, dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi [1]. Terdapat banyak jenis teknik pengelasan logam, salah satunya pengelasan gesek (*friction welding*). Pengelasan gesek sering digunakan untuk penyambungan dua buah material yang sejenis atau berbeda jenis dan mempunyai sifat mekanik yang berbeda. Contoh produk yang dilas menggunakan las gesek yaitu: *Tie Rod End*, gardan mobil dan masih banyak lagi. Dua gambar dibawah ini menunjukkan contoh pemakaian las gesek.



Gambar 1. Tie rod end [2].



Gambar 2. Pengelasan gesek pada gardan mobil [3].

Pengelasan gesek mempunyai keuntungan cocok untuk logam yang tidak sejenis, siklus waktunya pendek, kebanyakan disesuaikan dengan penampang lingkaran, kokoh dan secara biaya lebih murah [4].

Pengelasan gesek juga dapat menghasilkan panas yang berlebih dan dapat merusak material sehingga material mengalami cacat (*defect*). Material yang digunakan untuk pengelasan antara lain *stainless steel*, baja karbon, aluminium, dan keramik [4].

Tujuan penelitian pengelasan gesek baja karbon ST 60 dan AISI 201 adalah:

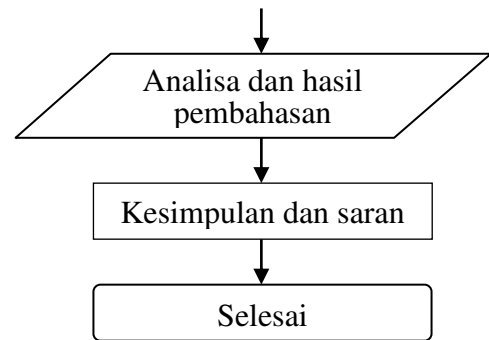
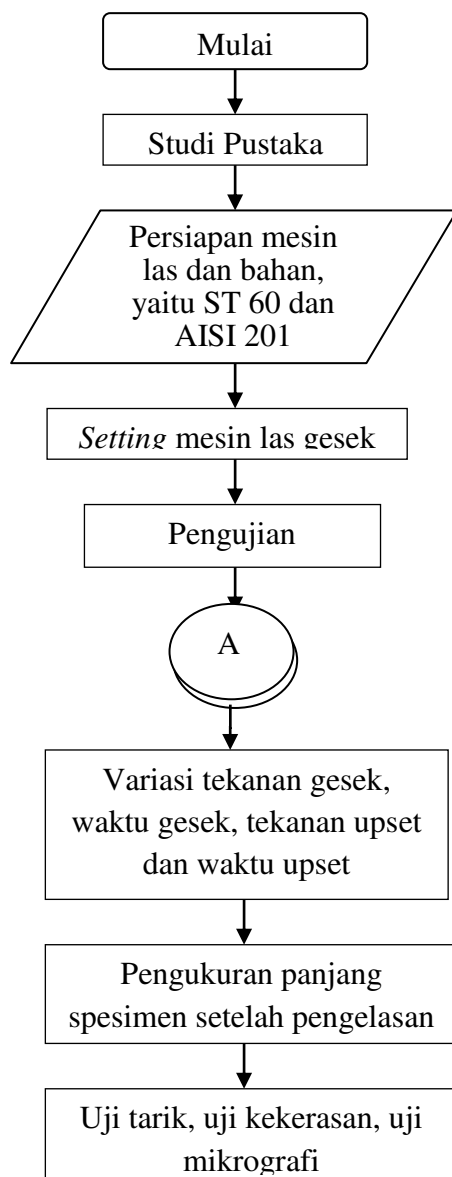
- Menganalisa hasil pengelasan gesek baja ST 60 sambungan sejenis meliputi tekanan gesek, waktu

- gesek, tekanan upset, dan waktu upset melalui uji tarik.
- Menganalisa hasil pengelasan gesek AISI 201 sambungan sejenis meliputi tekanan gesek, waktu gesek, tekanan upset, dan waktu upset melalui uji tarik.
 - Menganalisa hasil pengelasan gesek beda jenis baja ST 60 dengan AISI 201 meliputi tekanan gesek, waktu gesek, tekanan upset, dan waktu upset melalui uji tarik.
 - Mengetahui nilai kekerasan sambungan *similar* baja ST 60, *similar* AISI 201, dan sambungan baja ST 60 dengan AISI 201.
 - Mengetahui struktur mikro *similar* baja ST 60, *similar* AISI 201, dan sambungan baja ST 60 dengan AISI 201.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan mengacu pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.2 Bahan Uji

Bahan uji yang digunakan adalah baja ST 60 dan AISI 201 dengan diameter 12,5 mm dan panjang yang bervariasi dari 80 mm hingga 85 mm. Pada Gambar 4. ditunjukkan bahan uji untuk pengelasan gesek baja ST 60 dan AISI 201.



Gambar 4. Bahan uji las gesek (a) Baja ST 60 dan (b) AISI 201

2.3 Mesin Friction Welding

Mesin *friction welding* yang digunakan adalah mesin yang terdiri dari dua spindel, dimana kedua spindel tersebut mempunyai fungsi untuk mencekam spesimen namun mempunyai gerak yang berbeda. Spindel yang satu bergerak menekan dengan bantuan sistem hidrolik, sedangkan spindel yang satu lagi bergerak memutar dengan bantuan motor listrik, sedangkan untuk kecepatan putar terdapat lima kecepatan yaitu 1100, 1650, 2200, 2750, dan 3350 rpm. Tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh sistem hidrolik yaitu hingga 2000 psi atau 13,789 MPa. Pada Gambar 5. menunjukkan mesin *friction welding*.



Gambar 5. Mesin *friction welding*

2.4 Parameter - Parameter Penelitian

Tabel 1. Parameter-parameter penelitian

No.	Parameter yang Digunakan	Nilai Parameter	Satuan
1.	P ₁ (tekanan gesek)	400 – 500	Psi
2.	P ₂ (tekanan <i>upset</i>)	600	Psi
3.	t ₁ (waktu gesek)	10 – 15	detik
4.	t ₂ (waktu <i>upset</i>)	2-3	detik
5.	Kecepatan motor	3350	Rpm
6.	Material	Baja ST 60 dan AISI 201	-
7.	Temperatur saat pengelasan diketahui melalui <i>infrared termometer</i>	530 – 750	°C

2.5 Contoh Pengelasan Gesek

Contoh pengelasan gesek dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil sambungan las gesek baja ST 60 dengan AISI 201

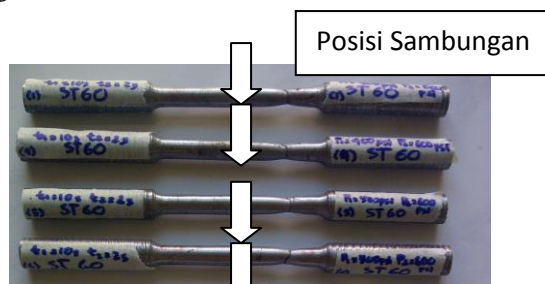
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Tarik Pengelasan Gesek Sama Jenis Baja ST 60

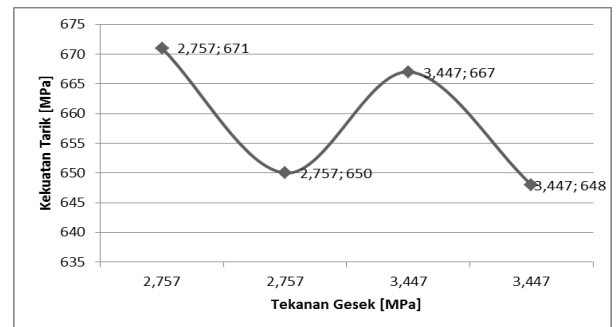
Tabel 2. Data pengujian variasi tekanan gesek (P₁) material sejenis baja ST 60 dengan standar SNI [5]

Kode	t ₁ (s)	t ₂ (s)	P ₁ (MPa)	P ₂ (MPa)	RPM	σ maks (MPa)	Suhu (°C)
P1	10	2	2,757	4,136	3350	671	530,7
P4	10	2	2,757	4,136	3350	650	735,4
P5	10	2	3,447	4,136	3350	667	719
P6	10	2	3,447	4,136	3350	648	731,2

Dari Tabel 2. Dapat dilihat bahwa material dengan kode P1 mempunyai nilai kekuatan tarik maksimum paling tinggi yaitu 671 MPa. Pada Gambar 7. dapat dilihat patahan dari hasil uji tarik dan Gambar 8. menunjukkan grafik hubungan tekanan gesek dengan kekuatan tarik.



Gambar 7. Hasil uji tarik las gesek baja ST 60 – baja ST 60



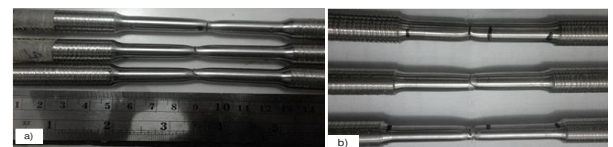
Gambar 8. Grafik hubungan tekanan gesek dengan kekuatan tarik pengelasan *similar* baja ST 60

3.2 Hasil Uji Tarik Pengelasan Gesek Sama Jenis AISI 201

Tabel 3. Data pengujian variasi tekanan gesek (P₁) material sejenis AISI 201 dengan standar SNI [5]

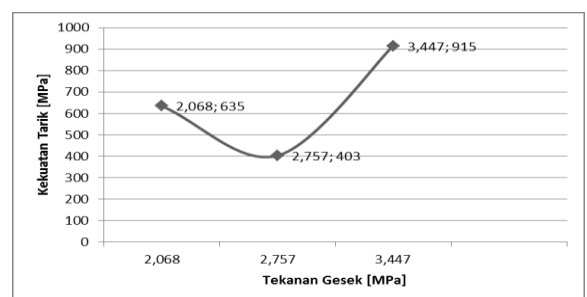
Kode	t ₁ (s)	t ₂ (s)	P ₁ (MPa)	P ₂ (MPa)	RPM	σ maks (MPa)	Suhu (°C)
SS1	10	2	2,757	4,136	3350	403	702
SS2	10	2	3,447	4,136	3350	915	781
SS3	10	2	2,068	4,136	3350	635	649,9

Dari Tabel.3 dapat dilihat bahwa material dengan kode SS2 mempunyai kekuatan tarik tertinggi yaitu 915 MPa. Pada Gambar 9. dan Gambar 10. akan ditunjukkan hasil uji tarik *similar* AISI 201 dan grafik hubungan tekanan gesek dengan kekuatan tarik.



a) Logam induk AISI 201 b) Sambungan AISI 201

Gambar 9. Foto hasil uji tarik AISI 201



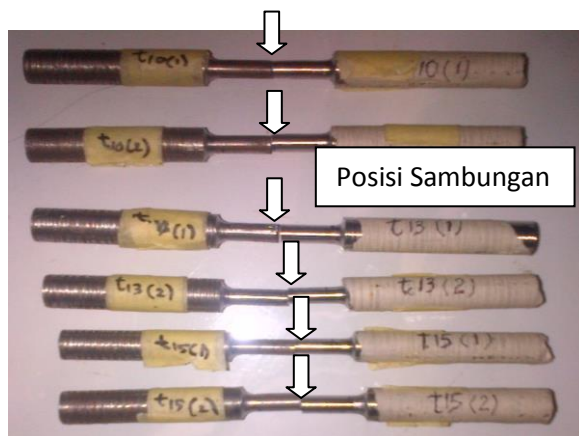
Gambar 10. Grafik hubungan tekanan gesek dengan kekuatan tarik pengelasan *similar* AISI 201

3.3 Hasil Uji Tarik Pengelasan Gesek Beda Jenis Baja ST 60 dengan AISI 201

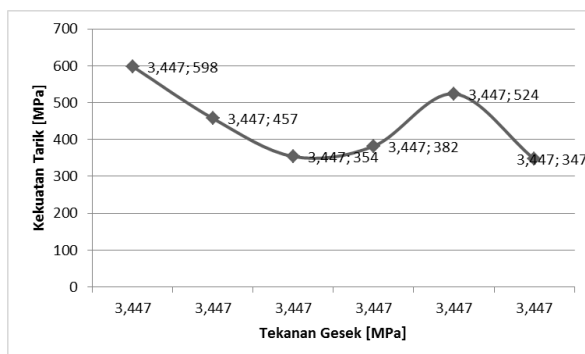
Tabel 4. Data pengujian variasi waktu gesek (t₁) material beda jenis baja ST 60 dan AISI 201 dengan standar SNI [5]

Kode	t ₁ (s)	t ₂ (s)	P ₁ (MPa)	P ₂ (MPa)	RPM	σ maks (MPa)	Suhu (°C)
P11	10	3	3,447	4,136	3350	598	663
P12	10	3	3,447	4,136	3350	457	509,8
P16	13	3	3,447	4,136	3350	354	618,3
P24	13	3	3,447	4,136	3350	382	774,5
P21	15	3	3,447	4,136	3350	524	442,5
P22	15	3	3,447	4,136	3350	347	750,6

Dari Tabel 4. ditunjukkan bahwa hasil uji tarik pengelasan gesek beda jenis baja ST 60 dengan AISI 201 ditunjukkan pada material dengan kode P11 dengan nilai 598 MPa, kemudian untuk material P16, P24, P21, dan P22 tidak mempunyai kekuatan luluh. Pada Gambar 11. ditunjukkan hasil uji tarik pengelasan gesek beda jenis baja ST60 dengan AISI 201 dan Gambar 12. menunjukkan hasil uji tarik dengan tekanan gesek.

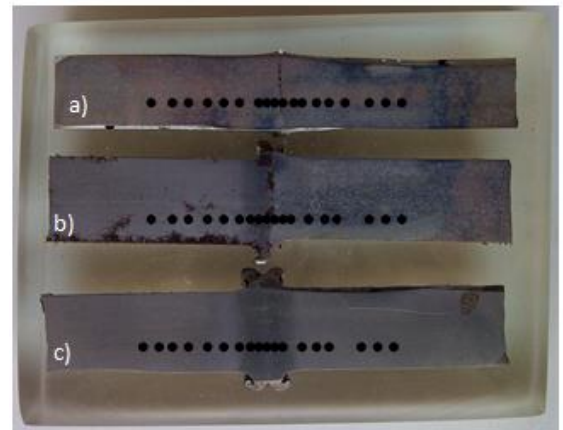


Gambar 11. Hasil uji tarik las gesek *dissimilar* dengan variasi waktu gesek



Gambar 12. Grafik hubungan tekanan gesek dengan kekuatan tarik pengelasan *dissimilar* baja ST 60 dan AISI 201 dengan variasi waktu gesek (t₁)

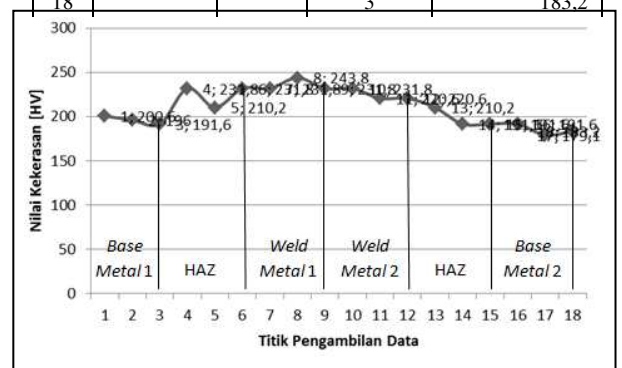
3.4 Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers



Gambar 13. Posisi pengujian kekerasan (a) *Similar* AISI 201 (b) Baja ST 60 dan AISI 201 (c) *Similar* Baja ST 60

Tabel 5. Hasil uji kekerasan mikro Vickers *similar* Baja ST 60 dengan pembebanan 200gf.

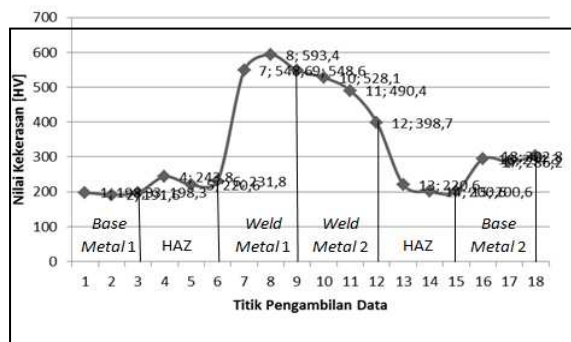
No	Jenis Material	Titik Pengambilan Data	Kekerasan (VHN)
1	ST60	BM	200,6
2			196,0
3			191,6
4		HAZ	231,8
5			210,2
6			231,8
7		WM	231,8
8			243,8
9			231,8
10	ST60	WM	231,8
11			220,6
12			220,6
13		HAZ	210,2
14			191,6
15			191,6
16		BM	191,6
17			179,1
18			183,2



Gambar 14. Grafik uji kekerasan *similar* baja ST 60 dengan parameter P₁ = 2,757 MPa dan t₁ = 10 detik dengan putaran spindel 3350 rpm

Tabel 6. Hasil uji kekerasan mikro Vickers *dissimilar* Baja ST 60 dengan AISI 201, pembebanan 200gf.

No	Jenis Material	Titik Pengambilan Data	Kekerasan (VHN)
1	ST60	BM	198,3
2			191,6
3			198,3
4		HAZ	243,8
5			220,6
6			231,8
7		WM	548,6
8			593,4
9			548,6
10	AISI 201	WM	528,1
11			490,4
12			398,7
13		HAZ	220,6
14			200,6
15			200,6
16		BM	294,3
17			286,2
18			302,8

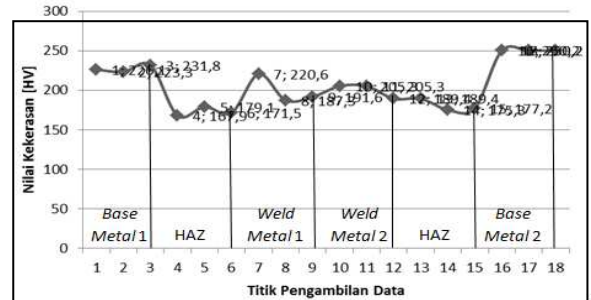


Gambar 15. Grafik uji kekerasan baja ST 60 dengan AISI 201 dengan parameter $P_1 = 3,447$ MPa dan $t_1 = 10$ detik dengan putaran spindel 3350 rpm

Tabel 7. Hasil uji kekerasan mikro Vickers *similar* AISI 201 dengan pembebanan 200gf.

No	Jenis Material	Titik Pengambilan Data	Kekerasan (VHN)
1	AISI 201	BM	226,1
2			223,3
3			231,8
4		HAZ	167,9
5			179,1
6			171,5
7		WM	220,6
8			187,3
9			191,6
10	AISI 201	WM	205,3
11			205,3
12			189,4
13		HAZ	189,4
14			175,3
15			177,2

16	BM	1	250,2
17		2	250,2
18		3	250,2



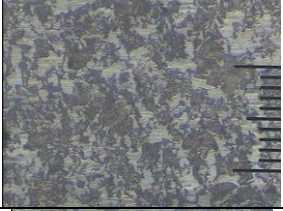
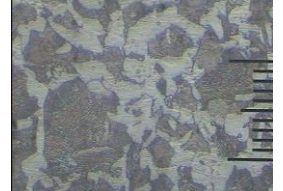


Gambar 16. Grafik uji kekerasan *similar* AISI 201 dengan parameter $P_1 = 2,757$ MPa dan $t_1 = 10$ detik dengan putaran spindel 3350 rpm

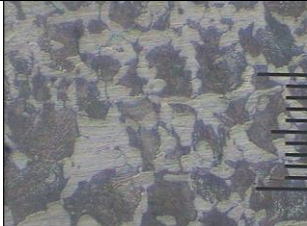


3.5 Hasil Struktur Mikro

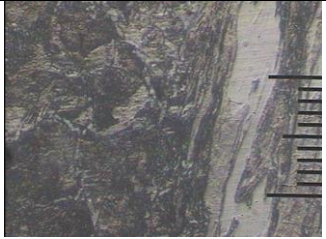
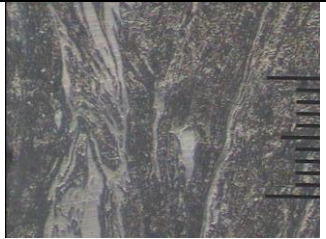

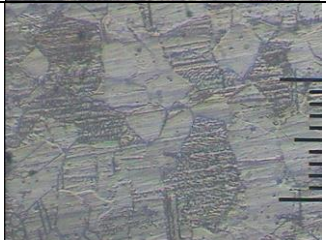
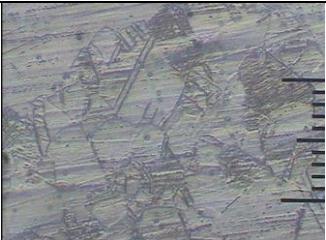
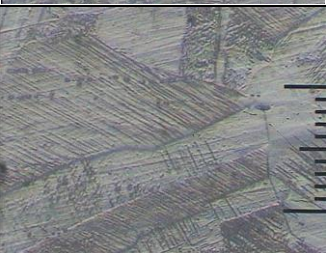
Tabel 8. Hasil uji struktur mikro *similar* baja ST 60

No.	Keterangan	Foto Perbesaran 200x
1	Base Metal 1	
2.	Base Metal - HAZ 1	
3.	HAZ 1	
4.	HAZ - Weld Metal 1	
5.	Weld Metal	

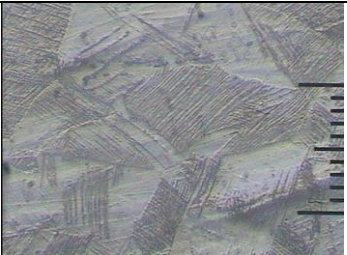
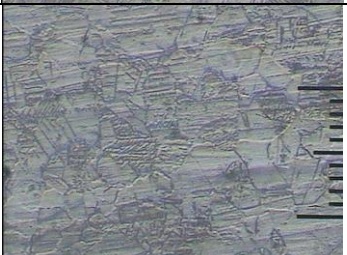




6.	<i>Weld Metal</i> – HAZ 2	
7.	HAZ 2	
8.	HAZ – Base Metal 2	
9.	<i>Base Metal</i> 2	

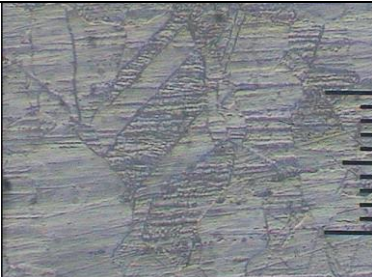


Tabel 9. Hasil uji struktur mikro baja ST 60 dan AISI 201

No.	Keterangan	Foto Perbesaran 200x
1	<i>Base Metal</i> baja ST 60	
2.	<i>Base Metal</i> – HAZ baja ST 60	
3.	HAZ baja ST 60	

4.	HAZ – <i>Weld Metal</i> baja ST 60	
5.	<i>Weld Metal</i>	
6.	<i>Weld Metal</i> – HAZ AISI 201	
7.	HAZ AISI 201	
8.	HAZ – <i>Base Metal</i> AISI 201	
9.	<i>Base Metal</i> AISI 201	

Tabel 10. Hasil uji struktur mikro *similar* AISI 201

No.	Keterangan	Foto Perbesaran 200x
1	Base Metal 1	
2.	Base Metal – HAZ 1	
3.	HAZ 1	
4.	HAZ – Weld Metal 1	
5.	Weld Metal	
6.	Weld Metal – HAZ 2	

7.	HAZ 2	
8.	HAZ – Base Metal 2	
9.	Base Metal 2	

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penelitian tentang pengelasan gesek material baja ST 60 dengan AISI 201 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Analisa hasil pengelasan gesek sama jenis baja ST 60 didapatkan parameter terbaik yaitu kecepatan putar 3350 rpm, waktu gesek (t_1) 10 detik, waktu tempa (t_2) 2 detik, tekanan gesek (P_1) 2,757 MPa tekanan tempa (P_2) 4,136 MPa, suhu 530,7 °C dihasilkan kekuatan tarik 671 MPa dan kekuatan luluh 418 MPa.
- Analisa hasil pengelasan gesek sama jenis AISI 201 didapatkan parameter terbaik yaitu kecepatan putar 3350 rpm, waktu gesek (t_1) 10 detik, waktu tempa (t_2) 2 detik, tekanan gesek (P_1) 3,447 MPa tekanan tempa (P_2) 4,136 MPa, dengan kecepatan putar 3350 rpm, suhu 781 °C dihasilkan kekuatan tarik 915 MPa dan kekuatan luluh 582 MPa.
- Analisa hasil pengelasan gesek sama beda jenis baja ST 60 dengan AISI 201 didapatkan parameter terbaik yaitu kecepatan putar 3350 rpm, waktu gesek (t_1) 10 detik, waktu tempa (t_2) 2 detik, tekanan gesek (P_1) 3,447 MPa, tekanan tempa (P_2) 4,136 MPa, suhu 663 °C pada putaran 3350 rpm dihasilkan kekuatan tarik 598 MPa kekuatan luluh 447 MPa.
- Kekerasan pada sambungan material sejenis baja ST 60 tertinggi 243,8 HVN, daerah HAZ pada masing-masing logam induk baja ST 60 231,8 HVN dan 210 HVN lebih tinggi dari

- logam induk yang nilai kekerasannya masing-masing 200,6 HVN dan 191,6 HVN.
- Kekerasan pada sambungan material beda jenis baja ST 60 dengan AISI 201 tertinggi 593,4 HVN, daerah HAZ pada logam induk baja ST 60 243,8 HVN, daerah HAZ pada logam induk AISI 201 220,6 HVN lebih tinggi dari logam induk baja ST 60 yang nilai kekerasannya 198,3 HVN dan logam induk AISI 201 yang nilai kekerasannya 302,8 HVN.
 - Kekerasan pada sambungan material sejenis AISI 201 tertinggi 220,6 HVN, daerah HAZ pada masing-masing logam induk AISI 201 179,1 HVN dan 189,4 HVN lebih rendah dari logam induk yang nilai kekerasannya masing-masing 231,8 HVN dan 250,2 HVN.
- e. Berdasarkan pengujian stuktur mikro daerah sambungan material sejenis baja ST 60, material beda jenis baja ST 60 dan AISI 201, dan material sejenis AISI 201 pada daerah sambungan menunjukkan adanya perubahan butir, dimana butir terlihat mengecil.

4.2 Saran

- a. Pengembangan mesin *friction welding* untuk dapat melakukan penelitian yang lebih lanjut
- b. Pemasangan *tachometer* yang berfungsi untuk mengukur ada tidaknya perubahan kecepatan pada saat material sebelum dan saat gesekan.

5. REFERENSI

- [1] Norrish, J., 1992, “*Advanced Welding Processes*”, IOP Publishing Ltd Techno House, Redclife Way, Bristol BS1 6NX, UK.
- [2] <http://www.made-in-china.com/showroom/assparts/product-detailVbgQeMTHbGhd/China-Tie-Rod-End.html> diakses 25 April 2013.
- [3] <http://www.fpe.co.uk/applications/automotive-xles> diakses 25 April 2013.
- [4] Yurianto, “Teknik Pengelasan Logam”, Universitas Diponegoro, Indonesia.
- [5] Standar Nasional Indonesia, SNI 07-0371-1998, “*Batang Uji Tarik untuk Bahan Logam*”, Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada saudara Bapak Ir. Sugiyanto, DEA dan Bapak Rifky Ismail, ST, MT yang telah memberikan banyak bimbingan serta teman-teman saya yang sudah banyak membantu hingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.